

放射性元素之工業應用

潘家寅編譯

(全一冊)

放射性元素之工業應用

潘家寅編譯

江苏工业学院图书馆
藏书章

臺灣中華書局印行

中華民國五十四年六月初版

放射性元素之工業應用 (全一冊)

基本定價叁元陸角正

(郵運匯費另加)

編譯者 潘家寅

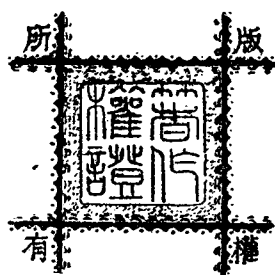
發行人 臺灣中華書局股份有限公司代表
姚戟楨

印刷者 臺灣中華書局印刷廠

臺北市成都路一〇六號

發行處 臺灣中華書局

臺北市重慶南路一段九十四號



(臺總)甲書

臺專(廠·潘)

序 言

一種新興技術在工業界問世，首先涉及時間及金錢兩項經濟因素，然後始可評估其價值。今放射性同位素應用於多種工業研究，已節省甚多時間。例如研究汽缸滑環之磨損問題，改用放射性同位素以後，四年有成，而以往使用所謂“傳統”的方法研究，則須六十年光陰。在節省金錢方面論，美國國家工業會議宣佈，在 1957 年，廿一種工業的九百四十五項部門內，投資在應用同位素的設備費用為 3,740,914 美元，而因此節省資金已十倍於此：39,113,416 美元。其中最具經濟成效則為利用 γ 射線照相儀(Gammagraphy)，能測定厚度，密度及液面等等問題。

茲就法國在 1955-1958 年間各種研究工作者做一統計：

	1955年	1958年
醫療	27	59
科學研究	60	192
工業	51	358

可見四年之間各種研究工作均不斷增加，而工業方面之研究尤為突飛猛晉。

再就法國於 1960 年發表有關工業中各部門之應用放射性同位素的分配情形：

測厚度及液面等	32.6%	} 73.6%
γ 射線照相儀之其他應用	28.6%	
示跡劑及其利用	12.4%	
放射性之分析法及儀表控制	8.8%	
放射性之效應	4.1%	
遊離作用	3.9%	
生物學及藥物學	3.6%	
指示部位	3.6%	

發光顏料及發光劑	1.6%
農業	1.0%

易見前三項共占 73% 強。而此僅發軔，正方興未艾。誠如日內瓦原子能會議中某代表所言：“放射性同位素工業應用之開展，其唯一限制厥為工業界之信心及工程師之想像力耳。”

反觀我國，臺省工業固日有進展，而放射性同位素之應用於此領域尙付闕如。

年前，余自法國原子能委員會薩克萊研究中心（Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay）歸國，迄今未獲繼續研究此類學術之機會及環境，不得已乃退而將該研究中心同事彙編之“放射性元素之工業應用”（Les Applications Industrielles des Radioéléments）乙書逐譯，聊以自遣。而自囿於象牙之塔中，豈偶然哉。比來，省立臺北工業專科學校化工系增“核子化學”一課，囑余承乏。採用之參考書籍類多著重於理論，尙少工業應用之專論，而本國文字之是類書籍更為罕見。故將此譯稿以爲學生參考之用。

本書各專論悉爲有關方面之專家執筆，然若干基本觀念或認爲無足多述，故均較簡略。余以爲對初學者容有註釋之必要，乃再參考有關書籍，加以補充。例如：第二章放射性之偵測，第 2.2 節測定放射性之原則，添加之材料乃採用法國國立核子科學與技術學院出版之“Génie Atomique”第五冊，B 章放射性之測定。又如第十七章防護，則採用之資料在：“Travaux Pratiques de Physique Nucléaire et de Radiochimie”一書中附錄 1：Notions de Protection Contre les Radiations ionisantes。總之，凡有添加資料之處，均在該章後註明來源書籍名稱及章節，俾便稽考。故本書宜稱爲編譯。

至於專門名詞之後均附有英法文之名詞對照，但間有新名詞，乃誤一中文名詞，如：Braking-Radiation, Rayonnement de Freinage 或逕用德文 Bremsstrahlung，依其意義譯爲“制動放射線”，是否恰當有待商榷。

此外，對於第五，六，七各章之專論雖已詳加闡述，然意猶未盡，希望將來再就薩克萊研究中心最近之研究，尤其關於第五章中之曝光問

題，第六章中增強性遮屏，以及第七章中反散射之 β 射線及反散射之 γ 射線測厚儀的研究報告，另外介紹。

本書既成，覺不備之處尚多，學識淺陋，豈敢自信，總期拋磚引玉，希方家指正，幸甚。

潘 家 寅 謹識

民國五三年六月於臺北

放射性元素之工業應用

目 錄

第一章 緒 論

1.1——放射線之種類.....	1
1.11—— α 射線.....	1
1.12—— β 射線.....	5
1.13——制動放射線.....	9
1.14—— γ 射線.....	10
1.2——放射性之衰變.....	13
1.3——同位素比放射性強度之計算.....	14

第二章 放射線之偵測

2.1——放射性單位.....	17
2.2——測定放射性之原則.....	18
2.3——放射性測定之型式.....	22
2.31——相對測定.....	22
2.32——絕對測定.....	24
2.4——偵測儀.....	27
2.41——遊離室.....	27
2.42——蓋革——繆勒計數器.....	29
2.43——閃爍計數器.....	31
2.5——偵測儀之裝置.....	33

2.51——電流式偵測儀裝置	33
2.52——脈波式偵測儀裝置	34
2.521——脈波	35
2.522——脈波之分析及紀錄設備	38
2.6——供應偵測儀之電流	42
2.7——統計現象	43
2.71——蛻變之測定	43
2.72——Gauss 分配律	45
2.73——Poisson 分配律	46
2.74——測定之精確性	46

第三章 強力放射線源

3.1——實驗室用放射線源	51
3.2——壕溝式放射線源	55
3.3——半工業化射放線源	58

第四章 利用放射性之分析法

4.1——直接放射性	59
4.11——方法之靈敏度	59
4.12——同位素之鑑別	62
4.121——衰變曲線	62
4.122—— β 之吸收曲線	67
4.123—— γ 之光譜	71

第五章 自發放射線照相應用於金屬之研究

5.1——金屬樣本對使用自發放射線照相術之條件	79
5.11——方法通則	79

5.12——放射性同位素之引入金屬樣本·····	80
5.13——樣本之準備·····	81
5.14——自發放射線照相術之曝光問題·····	83
5.15——乳膠之選擇·····	86
5.16——自發放射線照相圖片之清晰度·····	87
5.17——定量的自發放射線照相·····	91
5.2——應用自發放射線照相之實例·····	96
5.21——固化及枝狀不均態之研究·····	96
5.22——紋界之觀察·····	99

第六章 應用 γ 射線照相法於焊接工程

6.1—— γ 射線照相儀之放射線源·····	105
6.11——緒言·····	105
6.12——放射線源之特性·····	107
6.2—— γ 射線照相儀攝影要點·····	109
6.21——優良攝影之條件·····	109
6.22——圖片品質之檢定·····	112
6.3——膠片及遮屏·····	113
6.31——膠片·····	113
6.32——增強性遮屏·····	114
6.4——試件及其特性·····	115

第七章 測 厚 儀

7.1——利用放射性測厚儀測定厚度·····	119
7.2——各種型式之測厚儀及其使用範圍·····	119
7.21——放射線源之選擇·····	120
7.211——能量·····	120
A—— α 射線測厚儀·····	120

B——利用反散射的 β 射線測厚儀	123
C——利用反散射的 γ 射線測厚儀	124
7.212——放射線源之其他特性	125
7.3——測厚儀之安定性	127
7.31——電子儀器的裝置	127
7.32——外在的變化因素	131
7.4——實用測厚儀	131

第八章 應用放射線處理高分子化合物

8.1——單位,放射化學的收率	141
8.2——反應之機程	143
8.3——實例	146
8.31——固態聚合物之被輻射	146
a——聚乙烯之網狀形成	146
b——橡膠加硫作用	148
8.32——駢枝協聚物	149
a——在聚合元B中聚合物A的被輻射	149
b——無聚合元在氧中聚合物被輻射	150

第九章 利用放射性同位素研究 冶鐵之工業方法

9.1——鼓風爐及其附屬機械之研究	155
9.11——礦石之裝入鼓風爐	155
9.12——裝料及鑄鐵在爐缸中之運動	156
9.13——硫在焦炭中之程序	160
9.2——鼓風爐襯裡材料毀損程度之檢查	160
9.3——鋼之煅煉及程序	162
9.31——鋼之煅煉	162

9.32——鋼錠之固化·····	163
9.33——雜質之來源·····	166
9.4——在通路中測定氣體或進入空氣之速度·····	167

第十章 利用放射性同位素於化學工業

10.1——應用之典型·····	177
10.2——化學工業上應用同位素概說·····	178
10.3——應用實例·····	181
10.31——第一類典型之應用：化學問題·····	182
10.311——組成之研究·····	182
a ——結構·····	182
例 1 ——磷原子在焦磷酸鈉中之原子價問題·····	182
b ——物理性質·····	183
例 2 ——溶解度積之測定·····	183
例 3 ——分配係數之測定·····	184
例 4 ——在固體中之擴散現象·····	185
c ——化合物安定度之研究·····	185
例 5 ——錯離子之安定度·····	185
d ——其他性質·····	186
例 6 ——殺菌劑之研究·····	186
例 7 ——殺蟲劑之研究·····	187
例 8 ——肥料之研究·····	187
10.312——化學反應之研究·····	188
例 9 ——置換反應·····	188
例10——炭鍵之轉換反應·····	188
例11——脂肪族之氧化機程·····	189
例12——顯示中間過程物組成·····	190
例13——同位素效應之應用·····	190
例14——表面的反應，腐蝕現象·····	191

10.313——分析之應用	192
a ——用放射性爲指示劑之分析法	192
b ——用同位素稀釋作用之分析法	192
c ——用示跡分子之分析法	192
例15——在一植物各部分秤量鈣量	193
例16——由同位素稀釋法測定鋼中之磷量	193
例17——聚合物中硫之測定	193
例18——放射性示跡分子之應用	194
10.32——第二類典型之應用：技術問題	195
例19——流量之測定	195
例20——在一序列反應器中測定停留時間	196
例21——漏逸之測定	196
例22——研究在水泥煉爐中鉀之昇華現象	198
例23——工業反應器之用損研究	198
例24——宣洩問題	199
例25——賽璐珞工業上之應用	200
10.33——第三類典型之應用：自動化及控制	200
例26——比重，厚度及液面測定	201
例27——自動化	202

第十一章 利用放射性同位素於水泥工業

11.1 ——水泥製造之一般說明	207
11.2 ——實驗之目的	208
11.3 ——實驗之實行	208
a ——同位素之選擇	208
b ——偵測儀之安置	210
c ——放射性塵埃之測定	211
d ——實驗時間	211
11.4 ——結果之研判	211

11.5——結論	213
----------------	-----

第十二章 利用放射性同位素於石油工業

12.1——探勘油源	215
12.2——鑽井	217
12.3——開採	217
12.4——油管	219
12.5——精煉	221
12.51——液面之測定	221
12.52——流量之測定	222
12.6——成品之應用及其成果之研究	224
a ——機械部分之磨損及機械之調配	224
b ——潤滑作用及炭化作用	229
12.7——石油化學	230
12.71——分析	231
12.72——反應機程之研究	232

第十三章 利用放射性同位素於玻璃工業

13.1——研究室範圍內之應用問題	240
甲——結構之研究	240
乙——擴散及離子交換之研究	240
丙——玻璃表面層之研究	241
丁——熔融之研究	242
13.2——分析實驗室中之應用問題	243
甲——測定放射性之分析法	243
乙——利用吸收作用之分析法	246
丙——測定自然放射性之分析法	247
13.3——工廠中之應用問題	247

甲——研究玻璃熔液在爐中運動情形·····	247
乙——厚度之測定·····	248
丙——玻璃熔液液面之測定·····	249
丁——耐火材料之研究·····	249
戊——其他應用·····	249
結論·····	250

第十四章 利用放射性同位素於紡織工業

緒論·····	265
14.1——紡織纖維·····	267
14.11——天然纖維之生物化學·····	267
14.111——纖維素纖維·····	267
14.112——絲·····	267
14.113——羊毛·····	267
14.12——人造絲及合成纖維之製備·····	268
14.13——紡織纖維之被輻射·····	268
14.131——纖維素纖維之被輻射·····	270
14.132——羊毛及蠶絲之被輻射·····	270
14.133——合成纖維之被輻射·····	272
14.14——放射性技術·····	272
14.2——紡織及其附屬操作紡織，油潤，及上漿·····	273
14.21——紡織 (Spinning, Filature)·····	273
14.22——織之準備工作及織 (Weaving, Tissage)·····	273
14.23——漿紗及潤紗·····	274
14.3——整染操作：漂，染，印染及整理·····	274
14.31——漂白·····	275
14.32——染色·····	275
14.33——印染·····	276
14.34——整理·····	277

14.4——洗滌及清潔劑.....	277
14.5 紡織領域內基本研究及操作	277
14.51——膨脹, 親合性, 離子交換及水合等現象之研究.....	278
14.52——色析法之研究.....	279

第十五章 利用放射性同位素於石炭工業

15.1——緒論	287
15.2——在礦場中使用放射性同位素之特殊條件	288
A——同位素之選擇.....	288
B——設備.....	289
C——精密靈敏之方法.....	289
D——礦坑安全問題.....	289
15.3——放射性之簡單應用	290
A——位置之標識.....	290
B——多架偵測器之序列.....	291
C——送風機轉速之測定.....	291
D——裝卸煤炭之調配.....	292
E——距離之調節與測定.....	293
F——決定運輸帶上或列車中石塊量.....	294
G——做為示跡劑之同位素應用.....	294
15.4——由放射性測定重量及密度	295
15.41——由穿透性作用測密度.....	295
A——煤團密度之測定.....	297
B——顆粒大小與溫度之影響.....	297
C——礦渣泥漿濃度之測定.....	299
15.42——由反散射作用測定密度.....	303
A——測定原則.....	303
B——在均質環境中測定密度.....	306
C——在非均質環境中測定密度.....	307

15.5——石炭與頁岩之化學區分	309
15.51——用反散射作用探測儀標誌石炭脈	309
15.52——灰分之測定	313

第十六章 利用放射性同位素於水的研究

第十七章 防 護

I——放射線之病理效應	331
A——物理變化影響被輻射物之傷害性	332
(i)——無論何種輻射形式的共同物理變化	332
(ii)——依輻射形式而具不同作用之物理變化	332
B——其他重要變化影響的內在輻射之傷害性	333
C——傷害之描述	335
(i)——外在輻射之傷害	335
(ii)——內在輻射之傷害	335
II——防護規範	336
A——天然輻射之量度	336
(i)——最大容忍量	337
(ii)——意外之輻射	338
(iii)——對內在輻射之防護規範	338
III——放射線源及其防護	340
A——發生放射線之儀器	340
(i)——電子加速器	340
(ii)——重質點加速器	342
B——放射性元素	343
(i)——外在輻射之放射線源	343
(ii)——感染源及內在輻射源	343
C——防護	344
(i)——外在輻射之防護	344

(ii)——感染之防護及內在輻射·····	345
D——射線源之測定·····	346
IV——輻射防護之實用單位 ·····	346
A——理論基礎·····	346
(i)——吸收之能量, 吸收量, 單位 Rad·····	346
(ii)——各種放射線之相對生物效應 Rem ·····	347
B——用於輻射防護之物理測定單位·····	348
(i)——電磁性輻射線之測定·····	348
(ii)——放射性元素量之測定單位·····	349